

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

**INFLUENCIA DEL PERIODO DE CONSERVACIÓN DEL HUEVO DE
GALLINA SOBRE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ÍNDICES DE
CALIDAD EN CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES DEL VALLE DE
CAJAMARCA**

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por la Bachiller:

SARITA SOLEDAD TOCAS IPARRAGUIRRE

Asesor:

Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

SARITA SOLEDAD TOCAS IPARRAGUIRRE

DNI:

Escuela Profesional/Unidad UNC:

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA

2. Asesor:

MANDEL EBER PAREDES ARANA

Facultad/Unidad UNC:

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

3. Grado académico o título profesional

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. Tipo de Investigación:

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

INFLUENCIA DEL PERIODO DE CONSERVACIÓN DEL HUEVO DE GALLINA
SOBRE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ÍNDICES DE CALIDAD EN
CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES DEL VALLE DE
CAJAMARCA.

6. Fecha de evaluación: 30/01/2026

7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN

☐ URKUND (ORIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 4%

9. Código Documento: 010:::3117:551271632

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 04/03/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


Manuel Eber Paredes Arana
Nombres y Apellidos
DNI: 76733001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS
Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron en el Auditorio de la FICP, siendo las 10 horas con 10 minutos del día 22 de enero del 2026, los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- | | |
|--|-------------|
| ➤ Dr. José Antonio Mantilla Guerra | Presidente |
| ➤ Dr. Lincol Alberto Tafur Culqui | Secretario |
| ➤ Mg.Sc.Ing. Raúl Alberto Cáceres Cabanillas | Vocal |
| ➤ Ing. Erasmo Gustavo Cusma Pajares | Accesitario |

ASESOR:

Dr. Manuel Eber Paredes Arana

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

Influencia del periodo de incubación del huevo de gallina sobre sus características físicas e índices de calidad en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller...

Ipermyrre

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al Bachiller a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación de los asesores y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció aprobar por unanimidad con la nota de diecinueve (19).

Siendo las 11 horas con 05 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

Dr. José Antonio Mantilla Guerra
Presidente

Dr. Lincol Alberto Tafur Culqui
Secretario

Ing. Mg.Sc. Raúl A. Cáceres Cabanillas
Vocal

Dr. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

**“INFLUENCIA DEL PERIODO DE CONSERVACIÓN DEL HUEVO DE
GALLINA SOBRE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ÍNDICES DE
CALIDAD EN CONDICIONES AMBIENTALES NATURALES DEL VALLE DE
CAJAMARCA”**

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza, mi refugio y mi guía en cada momento de este camino; a mis queridos padres, Nury Marleni Iparraguirre Terrones y Ángel Marino Tocas Risco, y a José Ángel Culque García, quienes con su amor, apoyo y ejemplo me han guiado y acompañado en cada paso de mi vida.

A mis hermanos por su amor, paciencia y confianza que depositaron en mí; a ellos, que me enseñaron el valor de la perseverancia al momento de alcanzar mis objetivos. Este logro también les pertenece.

Finalmente, a mí misma, por la fortaleza de seguir adelante, por creer en mis sueños y trabajar con dedicación por convertirlos en realidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mi asesor, el Dr. Manuel Eber Paredes Arana, por su orientación, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencia, así como por su compromiso y recomendaciones, que fueron fundamentales para el desarrollo y la culminación de este trabajo. Su apoyo ha sido un ejemplo de profesionalismo y dedicación.

A mis docentes, por la formación académica impartida, por su esfuerzo, valiosas enseñanzas, y por haber contribuido al fortalecimiento de mis capacidades profesionales y personales. Gracias a ellos, cuento con las herramientas necesarias para afrontar los retos que se presenten en el ejercicio de mi profesión.

A mis compañeros de estudios, por el apoyo mutuo, la colaboración y el compañerismo compartido en las aulas y fuera de ellas, que hicieron de esta etapa una más llevadera y enriquecieron mi experiencia personal.

Finalmente, a mi familia, por su soporte constante y apoyo permanente. Ellos son el pilar fundamental en mi vida y mi motivación más grande para seguir.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESÚMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 EI PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.	10
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 GENERAL.....	11
1.4.2 ESPECÍFICOS.....	11
1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
1.5.1 Hipótesis	11
1.5.2 Variables e indicadores	12
1.5.2.1. Variables independientes	12
1.5.2.2. Variables dependientes	12
II.MARCO TEÓRICO	13
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.2. BASES TEÓRICAS	17
2.3. TÉRMINOS BÁSICOS	18
2.3.1. Calidad del Huevo	18
2.3.2. El peso del huevo.....	18
2.1.1. Peso de la Cáscara.....	18
2.1.1. Grosor de la Cáscara.....	18
2.1.1. Peso de la Yema.....	19
2.1.1. Peso de la Clara.....	19
2.1.2. Unidades Haugh.....	19
2.1.3. La amarillez, enrojecimiento y luminosidad.....	19
III.MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	20
3.2 MATERIAL BIOLÓGICO EVALUADO	20
3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL HUEVO.....	21
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	25

Pág.

3.5	FACTORES EN ESTUDIO.....	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1	Peso del huevo y sus componentes	27
4.2	Espesor de la cáscara	30
4.3	Colorimetría de la yema.....	31
4.4	Índices de calidad.....	32
V.	CONCLUSIONES	34
VI.	RECOMENDACIONES.....	35
VII.	BIBLIOGRAFÍA	36
VIII.	ANEXOS.....	38
	ANEXO 1. PESO DEL HUEVO	38
	ANEXO 2. ANAVA DEL PESO DEL HUEVO	38
	ANEXO 3. PORCENTAJE DE LA CÁSCARA	39
	ANEXO 4. ANAVA PORCENTAJE DE LA CÁSCARA.....	39
	ANEXO 5. PORCENTAJE DE LA YEMA	40
	ANEXO 6. ANAVA PORCENTAJE DE LA YEMA	40
	ANEXO 7. PORCENTAJE DE LA CLARA.....	41
	ANEXO 8. ANAVA DEL PORCENTAJE DE LA CLARA	41
	ANEXO 9. ÍNDICE DE FORMA.....	42
	ANEXO 10. ANAVA DE ÍNDICE DE FORMA	42
	ANEXO 11. ÍNDICE DE YEMA	43
	ANEXO 12. ANAVA DEL ÍNDICE DE YEMA	43
	ANEXO 13. UNIDAD HAUGH.....	44
	ANEXO 14. ANAVA UNIDAD HAUGH	44
	ANEXO 15. ESPESOR DE LA CÁSCARA	45
	ANEXO 16. ANAVA DEL ESPESOR DE LA CÁSCARA	45
	ANEXO 17. LUMINOSIDAD DE LA YEMA	46
	ANEXO 18. ANAVA DE LA LUMINOSIDAD DE LA YEMA	46
	ANEXO 19. ENROJECIMIENTO DE LA YEMA	47
	ANEXO 20. ANAVA DEL ENROJECIMIENTO DE LA YEMA	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01-Pesaje del huevo.....	21
Figura 02- Pesaje de la Clara.....	21
Figura 03-Pesaje de la yema.....	22
Figura 04-Pesaje de la cáscara.....	22
Figura 05-Medición del grosor de la cáscara.....	22
Figura 06-Determinación de largo y ancho del huevo.	23
Figura 07-Determinación de la altura y diámetro de la yema.	23
Figura 08-Determinación de la altura de la albúmina	24
Figura 09-Determinación de luminosidad, enrojecimiento y amarillez de la yema de huevo.	24
Figura 10-Tendencia del peso del huevo de los genotipos Criolla y Novogen Brown durante el periodo de conservación	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01-Medias semanales de la temperatura y humedad ambiental en el laboratorio de evaluación de ovoproductos. FICP-UNC.	21
Tabla 02-Peso del huevo y sus componentes de 2 genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.	28
Tabla 03-Espesor de la cáscara del huevo de 2 genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.	30
Tabla 04-Luminosidad, enrojecimiento y amarillez de la yema de huevo de dos genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.	31
Tabla 05-Índice de forma, índice de yema y Unidad Haugh del huevo de dos genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.	32

RESÚMEN

La calidad del huevo constituye un atributo esencial para productores y consumidores, pues determina su frescura, valor nutricional y aceptación comercial, especialmente en regiones altoandinas como Cajamarca donde los huevos suelen conservarse bajo condiciones ambientales que pueden acelerar su deterioro interno y externo. Ante esta situación, el presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la influencia del periodo de conservación del huevo de gallina sobre sus características físicas e índices de calidad en el valle de Cajamarca, analizando 70 huevos de gallinas Novogen Brown y criollas, alimentadas con el mismo pienso y manejadas bajo iguales condiciones en la granja experimental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la UNC, comparando ambos genotipos en un entorno homogéneo. Las evaluaciones abarcaron desde el día 0 hasta los 42 días de almacenamiento y consideraron variables como peso total, proporción de componentes, espesor de cáscara, color de yema, índice de forma, índice de yema y unidades Haugh, aplicando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×7 . Los resultados mostraron que el periodo de conservación no afectó el peso del huevo ni de la yema, pero sí evidenció disminuciones en la proporción de cáscara y clara a partir de los 35 y 42 días; además, el espesor de la cáscara se mantuvo estable y fue mayor en la Novogen Brown, mientras que el color de la yema no presentó variaciones atribuibles al tiempo o al genotipo. En cuanto a los índices de calidad, el índice de forma fue influenciado por el genotipo y tanto el índice de yema como las unidades Haugh disminuyeron conforme avanzó el almacenamiento, reflejando pérdida de frescura interna. En conclusión, los huevos conservaron una calidad aceptable durante el periodo evaluado, mostrando los provenientes de gallinas Novogen Brown los mejores valores de índice de forma, además de mayor peso, mayor proporción de albúmina y mayor espesor de cáscara en comparación con los de las gallinas criollas.

Palabras clave: huevo de gallina, periodo de conservación, calidad del huevo, unidades Haugh, genotipo.

ABSTRACT

Egg quality is an essential attribute for producers and consumers, as it determines freshness, nutritional value, and commercial acceptability, especially in high Andean regions such as Cajamarca, where eggs are often stored under natural environmental conditions that may accelerate internal and external deterioration. This study aimed to evaluate the influence of the storage period on the physical characteristics and quality indices of hen eggs in the Cajamarca valley, analyzing 70 eggs from Novogen Brown and Creole hens, fed the same diet and managed under identical conditions at the experimental farm of the National University of Cajamarca, comparing both genotypes in a homogeneous environment. Evaluations were conducted from day 0 to day 42 of storage and included variables such as total weight, component proportions, shell thickness, yolk color, shape index, yolk index, and Haugh units, applying a completely randomized design with a 2×7 factorial arrangement. The results showed that the storage period did not affect egg or yolk weight but did cause decreases in shell and albumen proportions at 35 and 42 days; shell thickness remained stable and was greater in Novogen Brown eggs, while yolk color showed no variation attributable to time or genotype. Regarding quality indices, the shape index was influenced by genotype, and both yolk index and Haugh units decreased as storage advanced, reflecting internal freshness loss. As a conclusion, eggs maintained acceptable quality throughout the evaluated storage period, with those from Novogen Brown hens presenting the best values for shape index, as well as higher weight, greater albumen proportion, and thicker shells compared to Creole hen eggs.

Keywords: hen egg, storage period, egg quality, Haugh units, genotype.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los huevos de gallina son productos perecederos y su calidad puede deteriorarse rápidamente durante el almacenamiento, lo que provocaría pérdidas económicas en el avicultor (No et al., 2005). Naturalmente esta pérdida de calidad está asociada con factores químicos, nutricionales, funcionales y ambientales. Al mismo tiempo, la velocidad a la que se producen estos cambios durante el almacenamiento podría depender de la temperatura, la humedad, el ambiente gaseoso, tiempo de almacenamiento, la edad de la gallina y raza (Scott y Pejerreyes, 2001).

La industria avícola utiliza diferentes métodos para medir parámetros de calidad, dentro de los que destacan pesos del huevo, cáscara, albúmina y yema, frescura, grosor de la cáscara, altura de la clara densa, altura de la yema, índice de forma, unidades Haugh, entre otros (Jin et al., 2011). De igual forma, la frescura es la característica más comúnmente relacionada con la calidad del huevo, al mismo tiempo disminuye después de la puesta principalmente en función del tiempo y la temperatura (Yimenu et al., 2017).

Por otra parte, el huevo de gallina aporta nutrientes y su contenido debe protegerse de daños mecánicos y de la invasión microbiana. Naturalmente, esta función la desempeña principalmente la cáscara. Igualmente, la calidad de la cáscara se refleja en muchos parámetros, los cuales a su vez determinan el desempeño económico de las granjas con gallinas ponedoras (Czaja et al., 2005). Asimismo, la calidad del huevo está determinada por el impacto de muchos otros factores, incluido edad de las aves, sistema de alojamiento y genotipo (Mohiti-Asli et al., 2012).

De ahí que, se sugiere mantener refrigerados los huevos, con cáscara limpia y en buen estado. No obstante, los huevos de gallina podrían comerse durante unos días después de la postura, como máximo después de 28 días desde la fecha de puesta. Sin embargo, en la práctica los huevos de gallina se conservan bajo condiciones ambientales naturales sin refrigeración sobre todo a nivel de distribuidores del producto, tanto mayoristas y minoristas, además, por lo general el comerciante y el consumidor no conoce el día de

producción de los huevos. Por tanto, con el presente trabajo se pretende determinar la variación semanal de la calidad física de los huevos producidos por dos genotipos de gallina (Novogen Brown y Criolla), de la misma edad y conservados durante 42 días post oviposición en condiciones ambientales del valle de Cajamarca, Perú. El problema de investigación se lo enuncia bajo la siguiente interrogante:

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuál es la influencia del periodo de conservación del huevo de gallina Novogen Brown y Criolla sobre sus características físicas e índices de calidad en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

La presente investigación se justifica por la necesidad de evaluar la calidad del huevo durante el periodo de almacenamiento en diferentes genotipos de gallinas, debido a que el huevo constituye un alimento de alto valor biológico y de gran demanda en la dieta humana. Sin embargo, su calidad puede verse afectada por diversos factores, entre ellos el genotipo del ave y el tiempo de conservación, lo que repercute directamente en su aceptabilidad comercial y valor nutritivo.

Según Stadelman y Cotterill (2001), la calidad del huevo es un factor determinante en la aceptación del producto por parte del consumidor, pues involucra tanto aspectos internos (como la viscosidad de la clara, el índice de Haugh y el color de la yema) como externos (peso, grosor y resistencia de la cáscara). En este contexto, analizar la variación de dichos parámetros según el genotipo y el periodo de almacenamiento permitirá identificar qué tipo de huevo mantiene mejores condiciones de calidad a lo largo del tiempo.

Asimismo, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (2020), la producción de alimentos inocuos y de calidad es una prioridad mundial, por lo que investigaciones orientadas a la conservación y mejora de productos avícolas resultan de gran relevancia. Además, Haugh (1937) desarrolló un método confiable para determinar la calidad interna del huevo mediante el índice de Haugh, el cual es ampliamente utilizado para evaluar la pérdida de frescura durante el almacenamiento.

Desde el punto de vista práctico, este estudio aporta información valiosa para productores, comercializadores y consumidores, ya que permite establecer estrategias de manejo y conservación que aseguren la prolongación de la vida útil del huevo. En el aspecto científico, contribuye al conocimiento sobre las interacciones genéticas y ambientales que influyen en la calidad del producto, y en el ámbito social y económico, favorece la disponibilidad de alimentos de mejor calidad y mayor valor nutricional.

En consecuencia, la investigación reviste importancia técnica, científica y social, al generar resultados que promuevan la eficiencia productiva, la sostenibilidad del sector avícola y la seguridad alimentaria en beneficio del consumidor.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Evaluar la influencia del periodo de conservación del huevo de gallina sobre sus características físicas e índices de calidad en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia de siete periodos de conservación del huevo de gallina Novogen Brown y Criolla sobre sus características físicas de peso de huevo y color de yema en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca.
- Determinar la influencia de siete periodos de conservación del huevo de gallina Novogen Brown y Criolla sobre sus índices de calidad interna, de yema y unidades Haugh en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 Hipótesis

El periodo de conservación genera diferentes características físicas e índices de calidad del huevo de gallina Novogen Brown y criolla en condiciones ambientales naturales del valle de Cajamarca.

1.5.2 Variables e indicadores

1.5.2.1.Variables independientes

- Genotipo de la gallina
Novogen Brown
Criolla
- Periodo de conservación
0 días
7 días
14 días
21 días
28 días
35 días
42 días

1.5.2.2.Variables dependientes

- **Características físicas del huevo:**
Peso del huevo y sus componentes (cáscara, clara y yema)
Grosor de la cáscara
Luminosidad de la yema
Enrojecimiento de la yema
Amarillez de la yema
- **Índices de calidad:**
Índice de forma del huevo
Índice de altura de yema/diámetro de yema
Unidades Haugh

II.MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Uyanga et al. (2025) investigaron el inositol de silicato de arginina (ASI) en la dieta como intervención nutricional para mejorar las características del huevo en la fase final de la postura, mediante mecanismos relacionados con el metabolismo del calcio. Gallinas ponedoras Lohmann LSL-Lite (7 gallinas/jaula) se asignaron aleatoriamente a 5 tratamientos dietéticos: control, 0,025 %, 0,05 %, 0,10 % o 0,15 % de ASI, con 10 réplicas de jaula para un ensayo de 16 semanas dividido en 2 fases: de 65 a 75 semanas (fase 5) y de 76 a 81 semanas (fase 6). Las gallinas se pesaron mensualmente y se registraron semanalmente el consumo de alimento, las características del huevo y otros parámetros de producción, recopilados por fase y en general. Se recogieron muestras de sangre y heces una vez al mes para el análisis del metabolismo del calcio (1 gallina/jaula; y recolección fecal total de 24 h/jaula a través del plato, respectivamente). Un subgrupo de gallinas y tibias extirpadas se analizaron mediante absorciometría de rayos X de energía dual al inicio y al final del estudio. La suplementación con ASI no afectó el peso, el consumo de alimento, el índice de conversión alimenticia ni la producción de huevos en la fase 5, la fase 6 ni en general ($P > 0,05$). La administración de 0,05 % de ASI mejoró la resistencia de la cáscara en la fase 5 y en general, en comparación con todos los tratamientos ($P < 0,05$). La suplementación dietética con ASI al 0,10 % y al 0,15 % aumentó el contenido mineral óseo (CMO) en comparación con el grupo control a la semana 81 ($P < 0,05$). La excreción de calcio disminuyó linealmente con el aumento de los niveles de ASI a la semana 69 (excreciones; $P < 0,05$), mientras que la excreción de fósforo no se vio afectada. Los minerales traza en las excretas, como hierro, manganeso y zinc, disminuyeron linealmente con mayores niveles de ASI en la dieta a las 81 semanas de edad ($P < 0,05$). En general, la suplementación con ASI en la dieta favoreció la calidad del huevo y el metabolismo óseo de forma dosis-dependiente en gallinas de edad avanzada, probablemente al mejorar la retención de minerales y la biodisponibilidad del calcio durante el ciclo final de postura.

Hejdysz et al. (2024) realizaron un estudio para identificar y comparar las características de calidad y concentraciones de los componentes en huevos de varias razas puras y líneas de gallinas criadas en las mismas condiciones ambientales y alimentadas con un alimento comercial. En este estudio se incluyeron un total de 280 gallinas de entre 52 y 56 semanas pertenecientes a 14 razas o líneas diferentes de gallinas. Sus huevos se caracterizaron por

grandes diferencias en varios parámetros de calidad. Las razas y líneas de gallinas con un mayor contenido de luteína en los huevos se caracterizaron por un menor contenido de betacaroteno (por ejemplo, Hy line brown, Cochín miniatura, Ayam Cemani) ($P < 0,001$). Además, los contenidos de vitamina D, colesterol y ácidos grasos también fueron diferentes entre los huevos, de 1,51 a 1,79 mg/100 g; de 14,1 a 15,4 mg/g de grasa, AGPI de 19,6 a 22,8 g/100 g de grasa y AGS de 32,8 a 37,8 g/100 g de grasa respectivamente ($P < 0,001$). El contenido de lisozima también mostró una variación significativa entre las razas, y algunas mostraron un contenido dos veces mayor en huevos en comparación con otras (0,31% - Cochín miniatura, 0,66% Faverolle) ($P < 0,001$). El estudio demostró que las razas de gallinas seleccionadas intensivamente como Hy-line Brown tenían una calidad de huevo mejorada observada por el aumento en muchos parámetros (por ejemplo, peso del huevo, unidad Haugh, luteína, vitaminas D, MUFA) en comparación con las gallinas de raza pura. En conclusión, las diferencias genéticas entre razas y líneas de gallinas tienen un impacto significativo en la calidad de los huevos.

Lewko et al. (2021) determinaron la calidad de la cáscara de huevos puestos por algunas estirpes de gallinas de razas autóctonas de diferentes edades, con especial consideración de su efecto sobre la concentración de lisozima y la actividad enzimática. Se evaluaron las cáscaras de huevos de 6 razas de gallinas ponedoras: perdiz verde (Z-11), perdiz amarilla (Z-33), Rhode Island roja (R-11), Rhode Island blanca (A-33), Sussex (S-66) y Leghorn (H-22). Se establecieron diferencias significativas ($P < 0,01$) para todas las características de calidad de la cáscara entre líneas de gallinas. A medida que las aves envejecieron, el peso y la porosidad de la cáscara aumentaron y la resistencia a la compresión de la cáscara disminuyó en todos los grupos experimentales. El contenido de lisozima fue más bajo en los huevos de cáscara blanca (H-22) y más alto en los huevos de color crema y marrón claro (Z-11, Z-33 y R-11). Además, la edad de las gallinas tuvo un mayor efecto sobre la concentración y actividad de lisozima en los huevos que sobre las características de calidad de la cáscara. Independientemente del genotipo de la ponedora, los huevos de gallinas más viejas mostraron una mayor concentración de lisozima y actividad enzimática.

Ortiz et al. (2021) alimentaron trescientas sesenta gallinas ponedoras (Novogen White) con tres dietas diferentes durante 31 días. Cada dieta contaba con seis réplicas de 20 gallinas alojadas en jaulas de colonia enriquecidas. La única diferencia fue el tipo de maíz incluido (blanco, amarillo y naranja), con el fin de evaluar el impacto de cada tipo de

maíz en la producción de huevos, la pigmentación de la yema y la deposición de carotenoides. Este estudio evaluó el color de la yema y la densidad de carotenoides mediante un colorímetro portátil y el ventilador de yemas DSM, así como mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en huevos del estudio de alimentación y en 43 cajas de 12 huevos disponibles comercialmente y producidos en diversos entornos de producción: gallinas enjauladas convencionales, gallinas sin jaula, gallinas orgánicas sin jaula, gallinas camperas/pastorales y gallinas orgánicas camperas/pastorales. Las yemas de gallinas alimentadas con la dieta de maíz naranja produjeron huevos con mayor color de yema DSM (6 a 10) y xantofilas totales (23,5 a 35,3 mg/g de yema) ($P < 0,01$), en comparación con la dieta amarilla (5 a 6 DSM y 12,3 a 17,7 mg/g de xantofilas) y la dieta blanca (1 a 2 DSM y 2,5 a 3,0 mg/g de xantofilas). Las yemas de huevo alcanzaron su máxima acumulación de xantofila con la dieta de Maíz Naranja (35,3 mg/g de yema) tras doce días de tratamiento y mantuvieron niveles estables en los momentos posteriores. En general, los niveles de xantofila en las yemas de la dieta de Maíz Naranja fueron superiores (entre un 30 % y un 61 % más altos) a los de cualquier marca comercial de huevos, lo que sugiere que la alimentación con Maíz Naranja, con un alto contenido de carotenoides, aumenta la densidad de xantofila en los huevos.

Yumeni et al. (2017) investigaron el potencial de una “nariz electrónica” de cromatografía de gases (GC) rápida para discriminar la frescura y predecir el tiempo de almacenamiento, así como los cambios sensoriales y de calidad interna durante el almacenamiento de huevos de gallina. Todas las muestras se obtuvieron de la misma granja de producción de huevos y se almacenaron a 20 °C durante 20 días. El muestreo de huevos se realizó cada 0, 3, 6, 9, 12, 16 y 20 días. Durante cada tiempo de muestreo, se seleccionaron al azar 4 cartones de huevos (cada uno con 10 huevos): un cartón para las unidades Haugh, un cartón para la evaluación sensorial y 2 cartones para el experimento de la nariz electrónica. El estudio incluyó 2 conjuntos de pruebas independientes; calibración (35 muestras) y validación (28 muestras). En cada momento de muestreo, se prepararon 5 réplicas de un cartón de huevos para las muestras de calibración y se prepararon 4 réplicas del cartón de huevos restante para las muestras de validación. Los sensores (picos) se seleccionaron antes del análisis químico métrico multivariado; sensores cualitativos para análisis de componentes principales (PCA) y análisis de factores discriminantes (DFA) y sensores cuantitativos para modelado de mínimos cuadrados parciales (PLS). PCA y DFA confirmaron la diferencia en los perfiles volátiles de muestras de huevos de 7 tiempos de

almacenamiento diferentes, lo que representa una variación total de 95,7% y 93,71%, respectivamente. Se desarrollaron modelos para predecir el tiempo de almacenamiento, las unidades Haugh, la puntuación de olor y la puntuación de aceptabilidad general a partir de datos de nariz electrónica utilizando muestras de calibración mediante regresión PLS. Los resultados mostraron que estos índices de calidad se predijeron bien a partir de las señales de e-nose, con coeficientes de correlación de $R^2 = 0,9441$, $R^2 = 0,9511$, $R^2 = 0,9725$ y $R^2 = 0,9530$ y con errores de entrenamiento de 0,887, 1,24, 0,626 y 0,629, respectivamente. Como resultado del ANOVA, la mayoría de los resultados del modelo PLS no fueron significativamente diferentes ($P > 0,05$) de los valores de referencia correspondientes. Estos resultados demostraron que la rápida nariz electrónica GC tiene el potencial de evaluar la frescura del huevo y la viabilidad de predecir múltiples índices de frescura del huevo durante su circulación en la cadena de suministro.

Scott y Silversides (2001) evaluaron huevos de gallinas ISA-Blancas e ISA-Marrones, de entre 28 y 59 semanas de edad, los almacenaron hasta 10 días para obtener una muestra de 5763 huevos que diferían en los tres principales determinantes de la calidad de la albúmina. Los huevos de gallinas ISA-Marrones eran más grandes y presentaban menos yema, más albúmina y un mayor porcentaje de cáscara que los de las gallinas ISA-Blancas. El tamaño del huevo aumentó con la edad de la gallina, aunque más en las gallinas ISA-Blancas que en las ISA-Marrones, y el tamaño de la yema aumentó más que el de la cáscara y la albúmina. Durante el almacenamiento, el peso de la albúmina disminuyó y el de la yema aumentó ligeramente. La altura de la albúmina interna gruesa de los huevos de gallinas ISA-Blancas fue mayor que la de los huevos de gallinas ISA-Marrones, y disminuyó con el aumento de la edad de la gallina y del tiempo de almacenamiento. El pH de la albúmina no difirió entre cepas, y el efecto de la edad de la gallina fue pequeño, pero aumentó con el tiempo de almacenamiento. Los coeficientes de regresión de la altura de la albúmina gruesa interna sobre el peso del huevo oscilaron entre -0,058 y 0,102, lo que demuestra que la regresión fija de 0,05 mm de altura de albúmina por gramo de huevo, implícita en la unidad Haugh, es errónea. La asociación estadística entre el pH de la albúmina y el peso del huevo fue muy baja. Si se utiliza la calidad de la albúmina como medida de frescura, la altura de la albúmina está sesgada por la cepa y la edad de la gallina, mientras que el pH de la albúmina no.

2.2. BASES TEÓRICAS

En contraste con la productividad, existe una mayor variedad de indicadores para medir la calidad del huevo. Normalmente se analizan muchos indicadores, destacando el índice de forma del huevo y la dinámica en la morfología. El grosor de la cáscara del huevo es una de las medidas de calidad del huevo más utilizadas, aunque su eficacia como buen indicador de la calidad del huevo es cuestionable (Ketta y Tumova, 2018). A menudo, la uniformidad de la cáscara de los huevos es un mejor indicador de la calidad del huevo que el grosor de la cáscara, por su gran correlación entre la calidad de la cáscara, la resistencia a la rotura y los huevos agrietados (Ketta y Tumova, 2018). La mayoría de los estudios informan espesores de cáscara de huevo superiores a 0,3 mm, lo que se considera un estándar razonable de buena calidad de huevo (Sun et al., 2012), pero se puede observar una mayor variabilidad entre los estudios a las 80 semanas y más. La comparación de datos entre el principio y el final de los experimentos muestra que el espesor de la cáscara del huevo generalmente disminuye aún más en un ciclo de producción extendido. Los estudios indican una disminución en el grosor de la cáscara del huevo con la edad, aunque otros estudios reportan aumento del grosor de la cáscara del huevo. La mayoría de los casos de aumento del grosor de la cáscara del huevo son atribuibles en particular a los beneficios potenciales de los suplementos de vitamina A y vitamina K3, observados a las 93 y 97 semanas de edad después de haber sido alimentados con dietas suplementadas desde las 90 semanas de edad (Guo et al., 2021). De otro lado la variabilidad en la resistencia a la rotura de la cáscara del huevo claramente aumenta a las 80 semanas de edad y más allá. La resistencia a la rotura de la cáscara del huevo estuvo predominantemente entre 30 N y 40 N al comienzo de los ciclos de puesta prolongados; esto coincide con la resistencia a la rotura promedio de los huevos de gallinas de 52 semanas de edad (Sun et al., 2012). Se informan niveles similares de resistencia a la rotura incluso entre 90 y 100 semanas en diferentes estudios, pero la mayor variabilidad significa que también estuvieran presentes cifras muy bajas de resistencia de la cáscara del huevo (5-20 N). El análisis de estudios que proporcionan datos sobre la resistencia a la rotura tanto al principio como al final de los ciclos de postura prolongados muestra que la disminución en la resistencia de la cáscara del huevo durante un ciclo de postura extendido puede ser bastante significativa.

Los datos de huevos fisurados y rotos es otro indicador de calidad de huevos, que puede llegar a 1% durante el ciclo completo de producción en diferentes sistemas de producción

y razas de gallina. Otro indicador importante de calidad del huevo es la unidad Haugh (HU). La medida está ponderada para un huevo grande estándar que pesa 56,7 g. Cuanto mayor sea la HU, mejor será el contenido de la proteína y la frescura del huevo (Jones, 2012). En los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura designan los huevos con puntuaciones de HU superiores a 72 como calidad AA (firme), huevos con un HU entre 60 y 72 para huevos de grado A (razonablemente firmes). Las puntuaciones de la unidad Haugh por debajo de 60 indican mala calidad interna del huevo (una albúmina acuosa, fina y carente de viscosidad) (Jones, 2012).

2.3. TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Calidad del Huevo

La calidad del huevo es el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que determinan su aceptación y valor comercial. Incluye tanto la calidad del cascarón como la del contenido interno (yema y clara). Según Stadelman y Cotterill (1995), la calidad del huevo abarca todos los factores que influyen en su aceptación por parte del consumidor, como su apariencia, frescura y propiedades internas.

2.3.2. El peso del huevo

Es la masa total del huevo expresada en gramos, considerada una característica externa importante para la clasificación comercial. Este parámetro se relaciona directamente con otros atributos de calidad, como el tamaño del cascarón, el volumen del albumen y la proporción de la yema, siendo un indicador relevante para evaluar la calidad general del producto y su aceptación en el mercado. Según Shi et al. (2009).

2.1.1. Peso de la Cáscara

Es la masa que corresponde únicamente al cascarón del huevo, expresada en gramos, después de separar el contenido interno (yema y albumen). Este parámetro se utiliza para evaluar la resistencia y calidad del cascarón, ya que una cáscara más pesada suele indicar mayor grosor y mejor protección del contenido del huevo frente a daños o contaminación externa. Según Roberts (2004).

2.1.1. Grosor de la Cáscara

Es la medida del espesor del cascarón del huevo, expresada generalmente en milímetros. Este parámetro es un indicador importante de la resistencia del huevo, ya que una cáscara más gruesa ofrece mayor protección contra fracturas y contaminación bacteriana. El

grosor del cascarón depende de factores como la genética de la gallina, la edad, la nutrición y las condiciones ambientales. Según Roberts (2004).

2.1.1. Peso de la Yema

Es la masa correspondiente únicamente a la yema del huevo, expresada en gramos, una vez separada del albumen y la cáscara. Este parámetro refleja la proporción de materia nutritiva dentro del huevo, especialmente proteínas, grasas, vitaminas y minerales, siendo un indicador importante de la calidad interna y del valor nutricional del huevo. Según Silversides y Scott (2001).

2.1.1. Peso de la Clara

Es la masa correspondiente únicamente al albumen del huevo, expresada en gramos, luego de separar la yema y la cáscara. Este parámetro es fundamental para evaluar la calidad interna del huevo, ya que el albumen representa la mayor proporción de su peso total y su cantidad está relacionada con la frescura, la densidad y el valor nutritivo del huevo. Según Silversides y Scott (2001).

2.1.2. Unidades Haugh

Son una medida utilizada para evaluar la calidad interna del huevo, especialmente la frescura del albumen. Este valor se obtiene mediante una fórmula que relaciona la altura del albumen denso con el peso del huevo. Cuanto mayor sea la unidad Haugh, mejor es la calidad interna del huevo, ya que indica un albumen más espeso y fresco. Según Haugh (1937).

2.1.3. La amarillez, enrojecimiento y luminosidad

Son parámetros de color empleados para evaluar las características visuales de la yema del huevo. La luminosidad (L) indica el grado de claridad u oscuridad de la yema; el enrojecimiento (a^*) representa la intensidad del tono rojo; y la amarillez (b^*) refleja la presencia e intensidad del color amarillo. Estos valores permiten determinar la calidad visual, el atractivo del huevo y los efectos de la alimentación sobre la pigmentación de la yema. Según Lokaewmanee et al. (2010).

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La fase de medición de las características físicas del huevo se llevó a cabo en el Laboratorio de evaluación de ovoproductos (LEOP) de la UNC. Las evaluaciones se realizaron durante 42 días en los meses de agosto – setiembre del 2024. Las condiciones de temperatura y humedad ambientales durante el almacenamiento fueron determinados con un higrotermómetro HTC-2 (Tabla 1).

Tabla 1-Medias semanales de la temperatura y humedad ambiental en el laboratorio de evaluación de ovoproductos. FICP-UNC.

Periodo de conservación (Semanas)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
1	15.8	55
2	16.7	56
3	16.8	58
4	15.4	57
5	15.2	55
6	15.1	55

3.2 MATERIAL BIOLÓGICO EVALUADO

Se seleccionaron 70 huevos puestos el mismo día por gallinas de las líneas Novogen Brown y Criolla, alimentadas con el mismo pienso de postura y mantenidas bajo las mismas condiciones de alojamiento en la granja experimental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la UNC. Una vez recolectados, los huevos fueron clasificados por genotipo y colocados en javas correspondientes, siendo trasladados inmediatamente al laboratorio. Ese mismo día se dio inicio al experimento, realizándose las evaluaciones correspondientes al periodo de conservación 0 días, para lo cual se analizaron 10 huevos, 5 de la línea Novogen Brown y 5 de la gallina criolla cajamarquina. Posteriormente, las evaluaciones se repitieron cada siete días (7, 14, 21, 28, 35 y 42 días), analizándose en

cada periodo 10 huevos, 5 por cada genotipo, siguiendo el mismo procedimiento experimental establecido. Las gallinas presentaron 30 semanas de edad.

3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL HUEVO

La evaluación inicial se realizó el mismo día que los huevos fueron puestos, retirados de la granja y trasladados al LEOP. Posteriormente se realizaron las mediciones cada 7 días hasta el día 42 de conservación bajo condiciones naturales. Se evaluaron 5 huevos por semana, por cada genotipo. Se determinaron las siguientes características de los huevos:

- Peso del huevo: (precisión de 0,01 g), utilizando una balanza electrónica.



Figura 01-Pesaje del huevo

- Peso de albúmina, yema y cáscara y su porcentaje en relación a la masa del huevo.

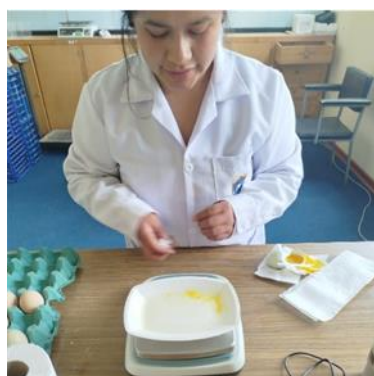


Figura 02- Pesaje de la Clara.



Figura 03-Pesaje de la yema.



Figura 04-Pesaje de la cáscara

- Espesor de la cáscara del huevo (mm) con un micrómetro digital de precisión de 0,01 mm.



Figura 05-Medición del grosor de la cáscara

- Índice de forma: relaciona el largo y el ancho del huevo y sirve para determinar si tiene una forma normal o alargada. Se determina según la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de forma} = \text{ancho del huevo} / \text{largo del huevo} \times 100$$

El ancho y largo del huevo se determinó con un vernier digital

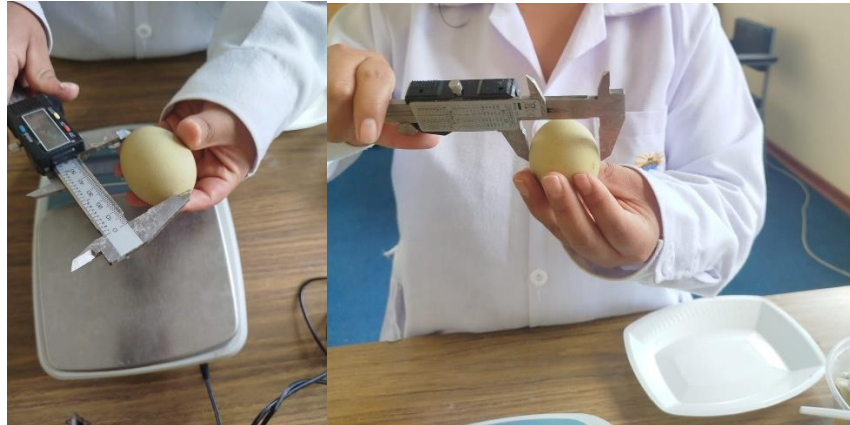


Figura 06-Determinación de largo y ancho del huevo.

- Índice de yema, determinado según la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de yema} = \text{altura de la yema} / \text{diámetro de la yema} \times 100$$

La altura y ancho (diámetro) de la yema se lo determinó con el vernier

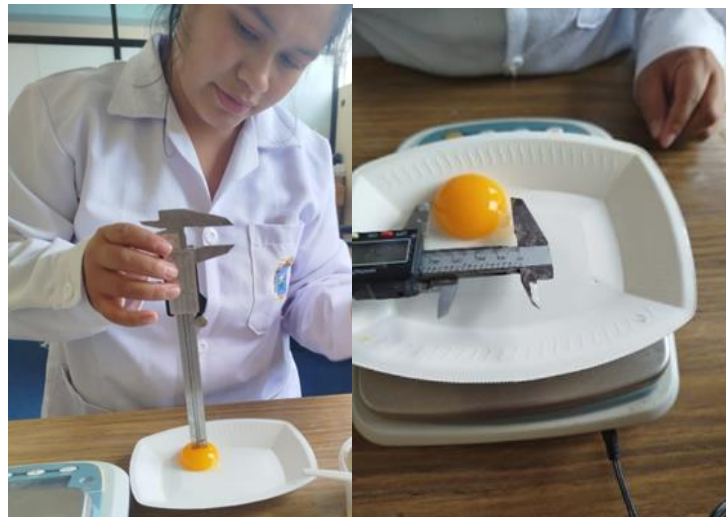


Figura 07-Determinación de la altura y diámetro de la yema.

- Unidad Haugh (UH), calculada según la fórmula descrita por Haugh (1937):

$$UH = 100 \log (h - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$$

Donde:

h = altura promedio de la albúmina (mm)

W = peso del huevo (g).

La altura de la albúmina (clara) se lo determinó con el vernier



Figura 08-Determinación de la altura de la albúmina

- Evaluación colorimétrica: Se determinó la luminosidad, enrojecimiento y amarillez de la yema de huevo con un colorímetro electrónico Konica Minolta.



Figura 09-Determinación de luminosidad, enrojecimiento y amarillez de la yema de huevo.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento y el análisis de datos se realizó de acuerdo a un diseño completamente aleatorio (DCA) en arreglo factorial de 2 x 7, conformado por dos factores: el genotipo de la gallina (con dos niveles: Novogen Brown y criolla) y el periodo de conservación (con 7 niveles: 0,7,14,21,28,35 y 42 días), obteniendo un total de 14 tratamientos, los cuales fueron los siguientes:

3.5 FACTORES EN ESTUDIO

Factor A= Genotipo

Nivel a1: Novogen Brown

Nivel a2: Criolla

Factor B= Periodo de conservación

Nivel b1: 0 días

Nivel b2: 7 días

Nivel b3: 14 días

Nivel b4: 21 días

Nivel b5: 28 días

Nivel b6: 35 días

Nivel b7: 42 días

Combinaciones de tratamientos:

a1b1 = Novogen Brown – 0 días

a1b2 = Novogen Brown – 7 días

a1b3 = Novogen Brown – 14 días

a1b4 = Novogen Brown – 21 días

a1b5 = Novogen Brown – 28 días

a1b6 = Novogen Brown – 35 días

a1b7 = Novogen Brown – 42 días

a2b1 = Criolla – 0 días

a2b2 = Criolla – 7 días

a2b3 = Criolla – 14 días

a2b4 = Criolla – 21 días

a2b5 = Criolla – 28 días

a2b6 = Criolla – 35 días

a2b7 = Criolla – 42 días

El modelo matemático empleado para el análisis estadístico se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = valor observado de la variable de respuesta (por ejemplo, peso del huevo, índice, unidad Haugh, etc.);

μ = media general del experimento;

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A (genotipo de la gallina);

B_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B (periodo de conservación);

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el genotipo y el periodo de conservación;

ε_{ijk} = error experimental aleatorio asociado a cada observación.

Cuando no se encontró interacción entre ambos factores, pero hubo diferencias estadísticas entre las medias del factor periodo de conservación, se realizó una comparación de medias entre los diferentes periodos de conservación, considerando el cuadrado medio del error experimental y el valor F correspondiente a los grados de libertad del error experimental.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso del huevo y sus componentes

Los resultados del peso de huevo y la proporción de la cáscara, clara y yema se presentan en la Tabla 2. No se determinó interacción entre los factores en estudio; sin embargo, si se observó un efecto del genotipo y del periodo de conservación en algunos de los indicadores evaluados.

Tabla 2-Peso del huevo y sus componentes de 2 genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.

	Peso del huevo (g)	% de cáscara	% de yema	% de clara
Combinaciones				
Criolla - 0 d	56.90	12.71	31.98	55.30
Criolla - 7 d	55.86	11.67	35.11	53.21
Criolla - 14 d	55.20	11.90	34.76	53.32
Criolla - 21 d	54.48	11.72	32.88	55.38
Criolla - 28 d	53.78	11.71	32.01	56.27
Criolla - 35 d	52.94	12.44	33.34	54.21
Criolla - 42 d	52.16	12.86	35.96	51.18
Novogen Brown - 0d	62.38	11.75	28.29	59.97
Novogen Brown - 7 d	61.28	12.99	26.67	60.32
Novogen Brown - 14 d	60.52	12.61	28.69	58.69
Novogen Brown - 21 d	59.74	12.23	32.22	55.53
Novogen Brown - 28 d	58.84	12.04	31.22	56.72
Novogen Brown - 35 d	58.02	14.04	29.46	56.49
Novogen Brown - 42 d	57.10	13.78	32.79	53.42
Factor A: Genotipo				
Criolla	54.47 ^b	12.15 ^b	33.72 ^a	54.12 ^b
Novogen Brown	59.70 ^a	12.78 ^a	29.90 ^b	57.31 ^a
Factor B: Periodo				
0	59.64	12.23 ^b	30.19	57.63 ^a
7	58.57	12.33 ^b	30.89	56.76 ^a
14	57.86	12.26 ^b	31.73	56.00 ^a
21	57.11	11.98 ^b	32.56	55.46 ^b
28	56.33	11.88 ^b	31.61	56.50 ^a
35	55.48	13.24 ^a	31.40	55.35 ^b
42	54.63	13.32 ^a	34.37	52.30 ^b
Significancia estadística				
Interacción (AxB)				
Genotipo (A)	NS	NS	NS	NS
Periodo (B)	**	*	**	**
	NS	**	NS	*

** Diferencias estadísticas altamente significativas (P<0.01).

* Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

NS: Diferencias no significativas estadísticamente (P>0.05).

Asimismo, en la Figura 10 se muestra la variación del peso del huevo de los genotipos

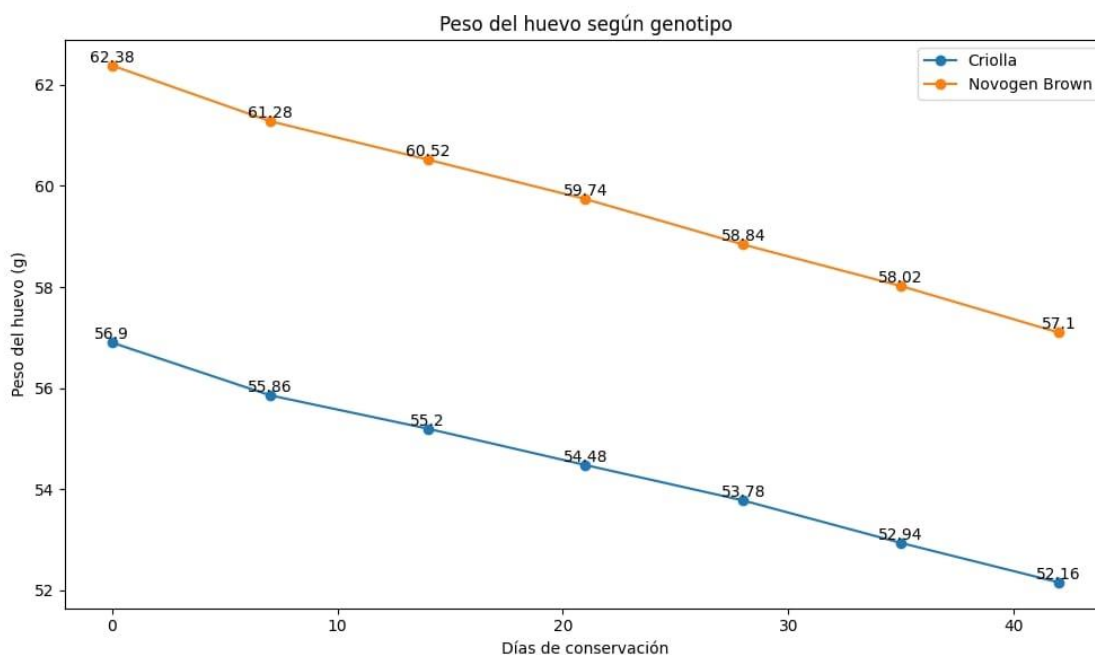


Figura 10-Tendencia del peso del huevo de los genotipos Criolla y Novogen Brown durante el periodo de conservación

Criolla y Novogen Brown a lo largo del periodo de conservación. Como se observa, en ambos casos el peso disminuye progresivamente conforme avanzan los días.

El peso del huevo no se vio afectado por el periodo de conservación, pero si por el genotipo de la gallina ponedora. La gallina Novogen Brown produjo huevos más grandes con un mayor porcentaje de peso de albúmina y cáscara que la gallina criolla. El porcentaje de peso de la yema fue mayor en las gallinas criollas que en las gallinas Novogen Brown. El peso relativo de la cáscara y clara fueron afectados por el periodo de conservación. La cáscara de los huevos conservados a 35 y 42 días tuvo un peso relativo mayor que a los 0, 7, 14, 21 y 28 días. La proporción de la clara disminuyó a los 35 y 42 días de conservación.

Nuestros resultados, en cuanto al peso del huevo concuerdan con los reportados por Hejdysz et al. (2024) quienes compararon las características de calidad y proporciones de los componentes en huevos de gallinas de razas puras y líneas genéticas. Los huevos en nuestro estudio se caracterizaron por las diferencias en el aumento del peso del huevo de gallina Novogen Brown y diferencias en el peso relativo de los componentes del huevo. Por lo que podríamos indicar que, las diferencias genéticas entre la raza criolla y la línea

genética Novogen Brown serían responsables de las diferencias en el peso del huevo y sus componentes.

En el presente estudio, el peso del huevo no se vio afectado significativamente por el periodo de conservación, pero el porcentaje de peso de la yema fue mayor en los huevos de gallinas criollas. En concordancia con los resultados del presente estudio, Wall et al. (2010) demostraron que las gallinas de líneas genéticas reducen el peso relativo de la yema. El menor porcentaje de peso de albúmina y el mayor porcentaje de yema en los huevos de las gallinas criollas, en comparación con los de las gallinas Novogen Brown, concuerdan con estudios previos sobre huevos de genotipos comerciales de gallinas blancas y marrones (Scott y Silversides, 2001). El menor porcentaje de yema en los huevos de genotipos mejorados podría deberse a una alta presión selectiva para mejorar la producción de huevos en las ponedoras modernas.

4.2 Espesor de la cáscara

Los promedios de espesor de la cáscara según combinaciones de tratamientos y factores se muestran en la Tabla 3. No se determinó interacción entre los factores evaluados, ni efecto del factor periodo de conservación.

Tabla 3-Espesor de la cáscara del huevo de 2 genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.

	Espesor de la cáscara (mm)
Combinaciones	
Criolla - 0 d	0.356
Criolla - 7 d	0.341
Criolla - 14 d	0.343
Criolla - 21 d	0.344
Criolla - 28 d	0.354
Criolla - 35 d	0.349
Criolla - 42 d	0.339
Novogen Brown - 0d	0.401
Novogen Brown - 7 d	0.370
Novogen Brown - 14 d	0.364
Novogen Brown - 21 d	0.352
Novogen Brown - 28 d	0.357
Novogen Brown - 35 d	0.371
Novogen Brown - 42 d	0.384
Factor A: Genotipo	
Criolla	0.346 ^b
Novogen Brown	0.371 ^a
Factor B: Periodo	
0	0.378
7	0.355
14	0.354
21	0.348
28	0.355
35	0.360
42	0.361
Significancia estadística	
Interacción (AxB)	NS
Genotipo (A)	**
Periodo (B)	NS

** Diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

NS: Diferencias no significativas estadísticamente ($P > 0.05$).

Aunque el espesor de cáscara fue mayor en los huevos de la gallina Novogen Brown, sin embargo, el espesor de cáscara en la gallina criolla se sitúa dentro de valores aceptables, según algunos estudios, donde refieren que espesores de cáscara de huevo superiores a 0.3 mm, constituyen indicadores razonables de buena calidad de huevo (Sun et al., 2012). La gallina Novogen Brown produjo huevos con espesores de cáscara cercanos a 0.4 mm,

tal como reporta Uyanga et al. (2025) en un estudio donde mejoraron la nutrición relacionada con el metabolismo de calcio. En nuestro estudio los huevos proceden de gallinas que tuvieron las mismas dietas y los mismos valores de calcio dietario.

4.3 Colorimetría de la yema

La intensidad del color de la yema de los huevos conservados durante 6 semanas y procedentes de dos genotipos de gallinas se indican en la Tabla 4.

Tabla 4-Luminosidad, enrojecimiento y amarillez de la yema de huevo de dos genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.

	Luminosidad	Enrojecimiento	Amarillez
Combinaciones			
Criolla - 0 d	82.51	8.66	64.19
Criolla - 7 d	80.24	9.26	67.35
Criolla - 14 d	80.94	8.87	64.05
Criolla - 21 d	80.20	10.06	66.94
Criolla - 28 d	81.65	7.73	67.53
Criolla - 35 d	79.90	10.17	67.49
Criolla – 42 d	80.33	8.93	65.31
Novogen Brown – 0d	82.95	8.24	64.94
Novogen Brown - 7 d	83.93	7.30	65.66
Novogen Brown – 14 d	81.49	8.65	65.32
Novogen Brown – 21 d	82.70	7.91	63.11
Novogen Brown – 28 d	81.02	10.18	68.98
Novogen Brown – 35 d	82.06	9.25	66.51
Novogen Brown – 42 d	81,34	9.57	69.76
Factor A: Genotipo			
Criolla	80.83 ^b	9.09	66.55
Novogen Brown	82.21 ^a	8.72	66.33
Factor B: Periodo			
0	82.74	8.45	64.57
7	82.08	8.28	66.51
14	81.21	8.76	64.68
21	81.45	8.98	65.03
28	81.34	8.95	68.25
35	80.98	9.71	66.99
42	80.83	9.25	69.00
Significancia estadística			
Interacción (AxB)	NS	NS	NS
Genotipo (A)	*	NS	NS
Periodo (B)	NS	NS	NS

* Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

NS: Diferencias no significativas estadísticamente (P>0.05).

En el presente estudio no hubo interacción entre los factores evaluados. Se encontró efecto del genotipo solamente en la luminosidad de la yema. el enrojecimiento y la amarillez de la yema no se vieron afectados por el genotipo ni por el periodo de

conservación. Al parecer estos factores no modifican directamente el color de la yema, como si lo es el pigmento dietario que pueda ingerir la gallina, tal como reporta Ortiz et al. (2021) cuando evaluó el color del maíz dietario y el efecto de los carotenoides en el color de la yema de huevo de gallinas mejoradas.

4.4 Índices de calidad

En la tabla 5 se muestran los índices de forma, de yema y las unidades Haugh de los diferentes grupos de tratamientos y según factores.

Tabla 5-Índice de forma, índice de yema y Unidad Haugh del huevo de dos genotipos de gallinas ponedoras conservado durante periodos diferentes.

	Índice de forma	Índice de yema	Unidad Haugh
Combinaciones			
Criolla - 0 d	74.37	45.12	92.71
Criolla - 7 d	76.68	37.29	82.67
Criolla - 14 d	77.32	36.49	75.01
Criolla - 21 d	76.64	42.87	73.81
Criolla - 28 d	76.08	36.57	68.30
Criolla - 35 d	74.84	29.47	64.13
Criolla - 42 d	77.78	32.84	63.53
Novogen Brown - 0d	79.96	47.49	96.48
Novogen Brown - 7 d	79.12	45.60	84.89
Novogen Brown - 14 d	80.60	42.65	75.31
Novogen Brown - 21 d	78.80	43.37	75.25
Novogen Brown - 28 d	78.84	35.60	70.94
Novogen Brown - 35 d	75.65	30.28	66.52
Novogen Brown - 42 d	79.84	36.76	65.83
Factor A: Genotipo			
Criolla	76.24 ^b	37.27 ^b	74.31
Novogen Brown	78.99 ^a	40.25 ^a	76.46
Factor B: Periodo			
0	77.16	46.30 ^a	94.59 ^a
7	77.90	41.45 ^b	83.77 ^b
14	79.01	39.56 ^b	75.16 ^b
21	77.73	43.12 ^a	74.54 ^b
28	77.46	36.09 ^b	69.62 ^b
35	75.24	29.87 ^b	65.33 ^b
42	78.81	34.80 ^b	64.68 ^b
Significancia estadística			
Interacción (AxB)	NS	NS	NS
Genotipo (A)	*	*	NS
Periodo (B)	NS	**	**

** Diferencias estadísticas altamente significativas (P<0.01).

* Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

NS: Diferencias no significativas estadísticamente (P>0.05).

No se produjo interacción entre los factores evaluados en ninguno de los índices. Pero sí se observó efecto del genotipo en los tres índices evaluados. El mayor índice de forma del huevo, mayor índice de yema y mayor unidad Haugh se observó en los huevos de la gallina Novogen Brown que en los de la gallina criolla. El índice de forma no se vio afectado por el periodo de conservación. Sin embargo, el periodo de conservación sí afectó al índice de yema y unidad Haugh, posiblemente debido a que estos indicadores en su determinación incluyen las alturas de yema y albúmina que con el paso de los días pueden verse deterioradas. Estos dos últimos indicadores referidos fueron mayores a la evaluación en el día 0 en comparación con los huevos que se conservaron durante 1,2, 3, 4, 5 y 6 semanas.

Se sabe que, cuanto mayor sea la unidad haugh, mejor será el contenido de la proteína y la frescura del huevo. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos clasifica los huevos con puntuaciones de unidad Haugh superiores a 72 como calidad AA (firme), huevos con una unidad Haugh entre 60 y 72 para huevos de grado A (razonablemente firmes). Las puntuaciones de la unidad Haugh por debajo de 60 indican mala calidad interna del huevo (una albúmina acuosa, fina y carente de viscosidad) (Jones, 2012). En tal sentido, se pudo observar que los huevos de nuestro estudio, conservados desde el día de la puesta hasta los 21 días alcanzaron una clasificación AA, y los huevos de 28, 35 y 42 días tuvieron una albúmina razonablemente firme, no habiéndose encontrado huevos de mala calidad interna, con unidades Haugh inferiores a 60.

V. CONCLUSIONES

- El peso del huevo y el porcentaje de yema no fueron afectados por el periodo de conservación; sin embargo, la proporción de cáscara y clara disminuyó en los días 35 y 42 del almacenamiento. El periodo no modificó el grosor de la cáscara ni el color de la yema, pero sí generó una disminución progresiva del índice de yema y de las unidades Haugh, evidenciando una pérdida gradual de frescura interna conforme avanzó el almacenamiento.
- Los huevos de gallinas Novogen Brown y criolla conservaron calidad aceptable durante los 42 días en condiciones ambientales naturales, manteniendo clasificación AA hasta los 21 días y A hasta los 42 días. El índice de forma fue afectado por el genotipo, no por el periodo, mostrando los huevos de la gallina Novogen Brown los mejores valores de forma, además de mayor peso, mayor proporción de albúmina y mayor espesor de cáscara frente a los de la gallina criolla.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones integrales de la calidad del huevo de gallina, considerando tanto los aspectos microbiológicos como nutricionales.
- Continuar investigando el efecto del genotipo y del tiempo de conservación sobre la calidad del huevo, a fin de optimizar las prácticas de producción.
- Promover estudios continuos sobre la producción de huevos de gallina a nivel local y su comercialización, con el objetivo de garantizar la disponibilidad de huevos que conserven su calidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Czaja L, Dziadek K, Gornowic E. 2005. Quality of table eggs as influenced by laying hen origin. *Ann. Anim. Sci.* 5: 41. 52
2. Guo, S., J. Niu, J. Xv, B. Fang, Z. Zhang, D. Zhao, L. Wang, and B. Ding. 2021. Interactive effects of vitamins A and K-3 on laying performance, egg quality, tibia attributes and antioxidative status of aged Roman Pink laying hens. *Animal* 15:100242.
3. Hejdysz M, S. Nowaczewski, K. Perz , T. Szablewski, K. Stuper-Szablewska, R. Cegielska-Radziejewska, Tomczyk, A. Przybylska-Balcerek, M. Busko, S. A. Kaczmarek, and P. Slosarz. 2024. Influence of the genotype of the hen (*Gallus gallus domesticus*) on main parameters of egg quality, chemical composition of the eggs under uniform environmental conditions. *Poult. Sci.* 103:103165.
4. Jones, D. 2012. Haugh unit: gold standard of egg quality. USDA ARS. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqN115=280843>.
5. Ketta, M., and E. Tumova. 2018. Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages. *Ital. J. Anim. Sci.* 17:234–239.
6. Jin, Y.H., K.T.Lee,W. I.Lee, andY.K.Han. 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australas.J.Anim.Sci.*24:279- 284.
7. Lewko, L., J. Krawczyk, and J. Calik. 2021. Effect of genotype and some shell quality traits on lysozyme content and activity in the albumen of eggs from hens under the biodiversity conservation program. *Poult. Sci.* 100:100863.
8. No, H.K., W. Prinyawiwatkul, and S.P.,2005. Comparison of shelf life of eggs coated with chitosans prepared under various deproteinization and demineralization times.*J. FoodSci.*70:377- 382.
9. Mohiti-Asli M, M. Shivazad , M. Zaghari, M. Rezaian, S. Aminzadeh, and G. G. Mateos. 2012. Effects of feeding regimen, fiber inclusion, and crude protein content of the diet on performance and egg quality and hatchability of eggs of broiler breeder hens. *Poult. Sci.* 91 :3097-3106.
10. Ortiz D, Lawson T, Jarrett R, Ring A, Scoles KL, Hoverman L, Rocheford E,z Karcher DM, Rocheford T. 2021. Biofortified orange corn increases xanthophyll

- density and yolk pigmentation in egg yolks from laying hens. *Poultry Science* 100:101117.
11. Scott, T.A., and F.G. Silversides. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from lines of hens. *Poult. Sci.* 80:1240–1245.
 12. Sun, C. J., S. R. Chen, G. Y. Xu, X. M. Liu, and N. Yang. 2012. Global variation and uniformity of eggshell thickness for chicken eggs. *Poult. Sci.* 91:2718–2721.
 13. Uyanga VA, Elmore KM, Carroll MR, Bobeck EA. 2025. Dietary arginine silicate inositol supplementation supports egg quality and bone metabolism in late phase laying hens. *Poultry Science* 104: 105673.
 14. Wall H, Jönsson L, Johansson L. 2010. Effects on egg quality traits of genotype and diets with mussel meal or wheat-distillers dried grains with solubles. *Poultry Science* 89 :745–751.
 15. Yimenu, S. M., J. Y. Kim, and B. S. Kim. 2017. Prediction of egg freshness during storage using electronic nose. *Poult. Sci.* 96:3733–3746.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. PESO DEL HUEVO

FACTOR A	CRIOLLA							NOVOGEN BROWN						
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	57.60	56.70	56.00	55.3	54.5	53.8	53	54.3	53.4	52.8	52	51.3	50.5	49.8
2	51.60	50.70	50.30	49.7	49.2	48.6	48	63.4	62	61.2	60.2	59.4	58.7	57.4
3	56.30	55.10	54.50	53.8	53.2	52.2	51.5	61.2	60.1	59.4	58.7	57.9	57	56.3
4	59.90	58.80	57.90	57.1	56.2	55.2	54.2	69.5	68.4	67.6	66.7	65.9	65	64.1
5	59.10	58.00	57.30	56.5	55.8	54.9	54.1	63.5	62.5	61.6	61.1	59.9	58.9	57.9

ANEXO 2. ANAVA DEL PESO DEL HUEVO

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	664.0669	51.0821	2.7961		
A	1	478.4143	478.414	26.187	4.02	7.12
B	6	185.0749	30.8458	1.6884	2.27	3.15
A X B	6	0.577714	0.09629	0.0053	2.27	3.15
ERROR	56	1023.06	18.269			
TOTAL	69	1687.13				

CV (%) 7.487007

ANEXO 3. PORCENTAJE DE LA CÁSCARA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	15.11879	12.157	12.67281	13.3192	11.345	11.57	13.28	12.11	12.29	13.052	12.226	11.891	13.162	13.73
2	11.591356	9.2391	10.72874	11.8609	10.969	14.52	12.34	11.74	11.901	11.867	13.386	11.705	15.021	14.337
3	12.372881	10.325	11.84669	11.2288	11.853	10.71	12.38	12.06	14.114	13.32	13.081	12.821	14.472	13.843
4	13.719512	14.443	12.01479	10.7004	12.621	12.55	12.81	12.28	13.238	12.5	11.327	11.71	13.963	14.127
5	10.763889	12.214	12.27787	11.5312	11.793	12.87	13.49	10.54	13.441	12.334	11.175	12.12	13.619	12.875

ANEXO 4. ANAVA PORCENTAJE DE LA CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	37.69871	2.8999	2.7268		
A	1	7.010954	7.01095	6.5925	4.02	7.12
B	6	20.2596	3.3766	3.1751	2.27	3.15
A X B	6	10.42816	1.73803	1.6343	2.27	3.15
ERROR	56	59.55	1.06347			
TOTAL	69	97.25				

CV (%) 8.272698

ANEXO 5. PORCENTAJE DE LA YEMA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	41.468683	33.529	34.10138	27.2727	30.42	37.5	36.43	32.29	29.966	27.447	35.11	34.046	28.034	32.992
2	32.023576	40.942	38.66397	36.6053	30.53	29.05	41.56	25.26	29.421	32.635	32.677	33.023	24.897	29.928
3	28.813559	36.902	32.75261	37.0763	32.237	30.95	32.81	26.45	25.818	26.64	29.088	27.258	32.683	32.423
4	25.152439	36.336	34.56562	32.1012	34.563	32.77	33.33	31.66	22.898	31.5	29.773	31.213	27.926	34.603
5	32.465278	27.863	33.76414	31.38	32.31	36.45	35.67	25.78	25.269	25.237	34.489	30.568	33.769	34.039

ANEXO 6. ANAVA PORCENTAJE DE LA YEMA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	480.0492	36.9269	3.0174		
A	1	254.8309	254.831	20.823	4.02	7.12
B	6	110.0742	18.3457	1.4991	2.27	3.15
A X B	6	115.144	19.1907	1.5681	2.27	3.15
ERROR	56	685.33	12.2381			
TOTAL	69	1165.38				

CV (%) 10.99508

ANEXO 7. PORCENTAJE DE LA CLARA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	43.412527	54.314	53.22581	59.408	58.235	50.93	50.28	55.61	57.744	59.501	52.665	54.063	58.803	53.279
2	56.385069	49.819	50.60729	51.5337	58.501	56.43	46.1	63	58.678	55.497	53.937	55.271	60.082	55.735
3	58.813559	52.772	55.4007	51.6949	55.91	58.33	54.81	61.48	60.069	60.04	57.831	59.921	52.846	53.734
4	61.128049	49.221	53.41959	57.1984	52.816	54.68	53.86	56.07	63.864	56	58.9	57.077	58.111	51.27
5	56.770833	59.924	53.958	57.0888	55.897	50.68	50.83	63.68	61.29	62.429	54.335	57.312	52.612	53.086

ANEXO 8. ANAVA DEL PORCENTAJE DE LA CLARA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	452.9175	34.8398	2.931		
A	1	177.3053	177.305	14.916	4.02	7.12
B	6	173.5795	28.9299	2.4338	2.27	3.15
A X B	6	102.0327	17.0055	1.4306	2.27	3.15
ERROR	56	665.66	11.8867			
TOTAL	69	1118.57				

CV (%) 6.187858

ANEXO 9. ÍNDICE DE FORMA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	69.184438	75.868	81.52324	79.0103	78.973	70.82	77.39	82.93	78.096	77.242	79.512	79.361	72.517	78.799
2	78.519371	75.575	72.76166	73.4018	80.51	81.85	74.12	80.93	80.585	78.896	76.719	80.015	79.286	80.05
3	70.824129	76.667	79.60777	79.763	76.257	71.07	79.4	79.8	81.028	81.144	80.015	72.619	76.767	77.576
4	76.173913	76.759	80.23426	76.8129	76.513	73.39	81.12	77.17	77.473	83.609	75.956	82.418	71.79	80.505
5	77.165646	78.561	72.5091	74.2464	68.176	77.09	76.86	78.99	78.434	82.607	81.822	79.806	77.894	82.294

ANEXO 10. ANAVA DE ÍNDICE DE FORMA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	257.5847	19.8142	1.9258		
A	1	131.5666	131.567	12.787	4.02	7.12
B	6	93.18373	15.5306	1.5094	2.27	3.15
A X B	6	32.83443	5.4724	0.5319	2.27	3.15
ERROR	56	576.18	10.289			
TOTAL	69	833.77				

CV (%) 4.132541

ANEXO 11. ÍNDICE DE YEMA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	40.009251	43.976	40.7668	41.765	43.291	21.81	33.36	47.73	48.771	41.636	43.866	39.445	29.266	36.874
2	43.980222	39.361	35.69735	41.5338	38.772	32.26	20.84	46.85	49.507	41.797	41.699	35.759	32.676	39.284
3	48.82283	47.048	39.49202	40.3832	22.607	25.79	40.18	47.58	44.719	44.048	43.374	17.524	28.861	34.203
4	45.309979	27.199	42.08891	48.1181	40.491	35.95	37.01	47.79	44.662	40.722	42.341	42.171	28.731	39.766
5	47.463586	28.913	24.41974	42.5597	37.712	31.55	32.82	47.49	40.363	45.028	45.568	43.148	31.901	33.69

ANEXO 12. ANAVA DEL ÍNDICE DE YEMA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	2178.618	167.586	5.296		
A	1	158.9478	158.948	5.023	4.02	7.12
B	6	1854.464	309.077	9.7673	2.27	3.15
A X B	6	165.2063	27.5344	0.8701	2.27	3.15
ERROR	56	1772.07	31.644			
TOTAL	69	3950.68				

CV (%) 12.51857

ANEXO 13. UNIDAD HAUGH

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	90.000228	83.586	89.8412	79.7713	63.222	58.12	69.58	88.85	82.072	76.44	78.394	80.657	67.144	64.44
2	87.801628	87.319	73.94268	72.1966	67.616	60.54	61.6	99.47	89.068	77.048	75.997	71.11	62.256	66.68
3	95.225849	80.902	68.39318	73.0519	74.842	70.1	63.46	99.56	81.106	75.09	71.29	66.397	68.293	66.16
4	95.656104	85.391	68.64009	77.6344	72.884	60.13	55.66	96.85	90.019	72.03	74.715	61.289	68.9	64.23
5	94.872299	76.137	74.24879	66.437	62.939	71.76	67.37	97.66	82.192	75.921	75.88	75.241	66.021	67.651

ANEXO 14. ANAVA UNIDAD HAUGH

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	6989.984	537.691	21.633		
A	1	80.88952	80.8895	3.2544	4.02	7.12
B	6	6891.856	1148.64	46.213	2.27	3.15
A X B	6	17.23885	2.87314	0.1156	2.27	3.15
ERROR	56	1391.91	24.8556			
TOTAL	69	8381.90				

CV (%) 6.613391

ANEXO 15. ESPESOR DE LA CÁSCARA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	0.364	0.353	0.363	0.362	0.367	0.316	0.359	0.384	0.340	0.357	0.367	0.351	0.391	0.367
2	0.331	0.290	0.313	0.344	0.349	0.386	0.31	0.407	0.392	0.339	0.356	0.381	0.356	0.38
3	0.339	0.314	0.348	0.357	0.362	0.332	0.331	0.433	0.389	0.365	0.391	0.376	0.399	0.394
4	0.428	0.397	0.332	0.349	0.361	0.369	0.349	0.396	0.360	0.356	0.327	0.371	0.361	0.396
5	0.317	0.349	0.360	0.306	0.329	0.343	0.344	0.383	0.371	0.403	0.319	0.308	0.350	0.385

ANEXO 16. ANAVA DEL ESPESOR DE LA CÁSCARA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	0.020564	0.00158	2.2748		
A	1	0.011013	0.01101	15.837	4.02	7.12
B	6	0.005556	0.00093	1.3317	2.27	3.15
A X B	6	0.003995	0.00067	0.9576	2.27	3.15
ERROR	56	0.04	0.0007			
TOTAL	69	0.06				

CV (%) 7.347167

ANEXO 17. LUMINOSIDAD DE LA YEMA

FACTOR A				CRIOLLA							NOVOGEN BROWN			
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	83.63	83.29	80.46	79.30	84.25	77.19	79.73	83.88	82.81	82.09	84.11	80.57	82.00	80.99
2	83.89	81.41	82.46	80.76	84.03	79.14	81.61	80.84	81.87	79.91	79.70	81.80	84.49	80.01
3	81.23	82.47	83.48	83.24	77.79	78.40	80.06	84.02	81.29	79.90	82.74	80.48	82.73	81.41
4	80.36	77.52	81.04	81.14	80.72	84.47	80.50	82.15	81.43	81.92	82.70	80.49	79.29	82.58
5	83.47	76.51	77.26	76.58	81.46	80.29	79.77	83.88	92.25	83.63	84.27	81.77	81.82	81.69

ANEXO 18. ANAVA DE LA LUMINOSIDAD DE LA YEMA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	93.00119	7.15394	1.3574		
A	1	33.74229	33.7423	6.4022	4.02	7.12
B	6	26.85355	4.47559	0.8492	2.27	3.15
A X B	6	32.40535	5.40089	1.0248	2.27	3.15
ERROR	56	295.14	5.2704			
TOTAL	69	388.14				

CV (%) 2.816151

ANEXO 19. ENROJECIMIENTO DE LA YEMA

FACTOR A	CRIOLLA							NOVOGEN BROWN						
FACTOR B	0	7	14	21	28	35	42	0	7	14	21	28	35	42
1	7.24	5.15	6.76	11.16	5.43	9.48	9.76	7.87	7.03	9.91	7.04	10.95	9.28	8.36
2	6.43	10.32	8.71	10.60	5.76	10.85	6.26	10.14	8.03	10.60	8.38	10.57	6.90	12.31
3	11.49	7.68	6.33	6.38	11.37	13.03	8.76	9.01	6.33	9.11	8.54	8.33	11.86	7.94
4	11.72	11.25	9.64	7.84	7.77	6.05	8.88	8.71	8.70	8.35	8.44	8.33	8.62	7.76
5	6.43	11.92	12.90	14.32	8.40	11.46	11.01	5.46	6.41	5.29	7.14	12.70	9.58	11.47

ANEXO 20. ANAVA DEL ENROJECIMIENTO DE LA YEMA

FV	GL	SC	CM	F CALC	F 0.05	F 0.01
TRATAM	13	53.80559	4.13889	0.856274742		
A	1	2.42172	2.42172	0.501017653	4.02	7.12
B	6	13.93709	2.32285	0.480562534	2.27	3.15
A X B	6	37.44678	6.24113	1.291196465	2.27	3.15
ERROR	56	270.68	4.8336			
TOTAL	69	324.49				

CV (%) 14.66633